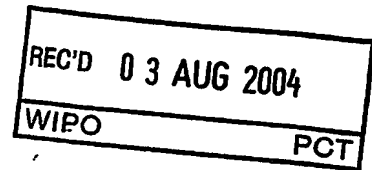


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 26 541.4

**Anmeldetag:** 12. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:** MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Schaufelspitzenpanzerung der Lauf-  
schaufeln eines Gasturbinentriebwerkes und Vor-  
richtung zur Durchführung des Verfahrens

**IPC:** C 23 C, F 01 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Juni 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Remus

MTU 1652

Verfahren zur Schaufelspitzenpanzerung der Laufschaufeln eines Gasturbinentriebwerkes und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Panzerung der Spitzen von Laufschaufeln eines Gasturbinentriebwerkes mittels oxidationsbeständiger eingebettete Al-Oxid-, Si-Karbid-, Cr-Oxid- oder ähnlich harte Partikel aufweisender Metallschichten.

Der zwischen den Laufschaufelspitzen und den zugeordneten Einlaufbelegen modernen Gasturbinentriebwerke vorhandene Spalt ist, um den Wirkungsgrad beeinflussende Spaltverlust gering zu halten, sehr eng, sodass es während des Betriebes infolge herrschender thermischer Beanspruchungen und wirkender Zentrifugalkräfte zu Anstreifungen zwischen Schaufelspitzen und Einlaufbelag kommt. Dies führt zu einem Hineinschneiden der Schaufelspitzen in den Einlaufbelag, was möglichst ohne Verschleiß und ohne starke Erhitzung erfolgen sollte. Es ist bekannt, hierzu die Belege auf der Statorseite relativ weich (adradable) und auf der Rotorseite relativ hart (abrasive) als sogenannte Panzerung auszubilden.

Eine solche Panzerung der Schaufelspitzen erfolgt bekanntlich durch Beschichten mittels Metallspritzen von Carbiden und/oder Oxiden, durch Auflöten von harten Körnern oder aber durch Aufschweißen von Hartstoffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neues Verfahren zur Panzerung solcher Schaufelspitzen zu schaffen, das einfacher als bisher eine maßhaltige Panzerung in betriebssicherer Weise ermöglicht.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass das die eingelagerten harten Partikel enthaltende Metall als Co- oder Ni-Schicht auf eine Lötfolie aufgebracht wird, die entsprechend der Geometrie der zu panzernden Schaufelspitze als Zuschnitt zugeschnitten wird und dass mittels einer eine Druckkraft erzeugenden Bewegungsvorrichtung, deren Folienhalter eine aufgerauhte Oberfläche aufweist, der Zuschnitt nach induktiver Erwärmung der Schaufelspitze auf dieser unter aufgebrachtem Flächendruck angeschmolzen wird.

Das Beschichten der Lötfolie mit einer harte Partikel enthaltenden Metallschicht kann aber auch durch galvanisches Vernickeln unter Verwendung dispergierter harter Partikel erfolgen.

- 5 Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung erfolgt das Erzeugen der abrasiven Oberfläche der Panzerung erfindungsgemäß durch die gerippte oder genoppte Oberfläche des Folienhalters der Druckkraft erzeugenden Bewegungsvorrichtung während des Anschmelzvorganges, in dem diese in die Oberfläche der angeschmolzenen Schicht eingeprägt wird, wobei das Anschmelzen vorzugsweise unter Schutzgas erfolgt.
- 10

Nach dem Anschmelzen der Panzerung auf die Schaufelspitze sind überschüssige Lotreste von der gepanzerten Schaufelspitze mechanisch zu entfernen.

- 15 Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen Folienhalter mit aufgerauhter Oberfläche zur Aufnahme eines metallischen, abrasive Eigenschaften aufweisenden Zuschnitts und durch einen, eine Laufschaufel als Teil eines Rotors eines Gasturbinentriebwerkes aufnehmenden Laufschaufelhalter mit Mitteln zum induktiven Aufheizen der eingespannten Leitschaufelspitze, wobei
- 20 die Vorrichtung derart ausgeführt ist, dass zwischen Folienhalter und Schaufelhalter eine vorbestimmbare Druckkraft aufbringbar ist.

- Das erfindungsgemäße Verfahren zur Panzerung von Schaufelspitzen weist eine Reihe von Vorteilen auf. So entfällt bei entsprechender Abmessung der Schaufellänge im einbaufähigen Zustand eine Bearbeitung der Schaufelspitzen. Die Verbindung von Schaufelspitze und Metallschicht erfolgt sehr schnell und die der Panzerung dienende Schicht hat eine optimale Haftung, da eine metallische Verbindung zwischen dieser und der Schaufelspitze erzeugt wird. Wie erwähnt, ist eine maßhaltige Beschichtung möglich. Infolge der eingeprägten gerillten oder noppigen Oberfläche der Metallschicht wirkt die Struktur der Oberfläche schneidend und verhindert während des
- 25
- 30 Einsatzes einen hohen Wärmeeintrag in die Laufschaufel.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung mehr oder minder schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zu deren Durchführung beschrieben. Es zeigen:

- 5    Fig. 1            die perspektivische Darstellung einer Laufschaufel eines Teil eines Gasturbinentriebwerkes bildenden Rotors,
- 10    Fig. 2            das teilweise im Schnitt dargestellte Konzept einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Panzerung der Spitzen von Laufschaufeln gemäß Fig. 1 und
- 15    Fig. 3            eine weitere Ausführungsform eines Folienhalters der Vorrichtung nach Fig. 2.

20    Eine in Fig. 1 dargestellte Laufschaufel 10 eines nicht dargestellten Rotors eines ebenfalls nicht dargestellten Gasturbinentriebwerkes umfasst einen Schaufelfuß 11 und eine Schaufelspitze 12, die mit einer abrasiv wirkenden Panzerung 14 versehen ist. Diese Panzerung besteht aus einer oxidationsbeständigen eingebettete Al-Oxid-, Si-Karbid-, Cr-Oxid oder ähnlich harte Partikel aufweisenden Metallschicht.

25    Für das Aufbringen dieser Panzerung auf die Schaufelspitze 12 der Laufschaufel des nicht dargestellten Rotors wird ein die eingelagerten harten Partikel enthaltenes Metall als Co- oder Mn-Schicht auf einer Lötfolie aufgebracht, die entsprechend der Geometrie der zu panzernden Schaufelspitze zugeschnitten wird und als Zuschnitt 16 – vgl. Fig. 2 – auf einen Folienhalter 17 einer nur teilweise dargestellten Vorrichtung aufgelegt wird. Der Folienhalter ist mit einer aufgerauten Oberfläche, z.B. in Form von geometrisch angeordneten Rillen 19 nach Fig. 2 oder von geometrisch angeordneten Noppen 21 bei dem Folienhalter 20 nach Fig. 3, versehen.

30    Jede der mit der Panzerung 14 zu versehenen Laufschaufel 10 wird einzeln in einen Schaufelhalter 18 eingebracht und dort in einer Ausnehmung 23 auf- und abbeweglich geführt. Über den Schaufelhalter wird die Laufschaufel auf den auf dem Folienhalter 17 aufliegenden Zuschnitt 16 abgesenkt und dabei mittels induziertem HF-Strom erwärmt. Mit Erreichen der Arbeitstemperatur der Lötfolie wird der Folienhal-

ter mit Druckkraft gegen die Spitze 12 der im Laufschaufelhalter eingespannten Laufschaufel gedrückt, sodass mit dem Aufschmelzen des die eingelagerten harten Partikel enthaltenen Metalls auf die Schaufelspitze in dieses das Rillen- bzw. Noppenmuster eingeprägt wird.

5

Das Aufschmelzen erfolgt unter Schutzgas, die Einrichtung hierzu ist ebenfalls nicht dargestellt, da an sich bekannt.

10 Nach Abnahme der Laufschaufel mit der nunmehr gepanzerten Spitze aus dem Schaufelhalter werden überschüssiges Lot und Beschichtung mechanisch entfernt.

15 Anstelle der Plattierung einer Lötfolie mit einer eingelagerte harte Partikel aufweisende Co- oder Mn-Metallschicht kann die zu den Zuschnitten 16 zu verarbeitende Lötfolie auch durch galvanisches Vernickeln mit der die eingelagerten harten Partikel in dispergierter Form enthaltenen Metallschicht versehen werden.

Bezugszeichenliste

	10	Laufschaufel
	11	Schaufelfuß
5	12	Schaufelspitze
	14	abrasive Panzerung
	16	Zuschnitt
	17	Folienhalter
	18	Schaufelhalter
10	19	Rillen
	20	Folienhalter
	21	Noppen
	23	Ausnehmung

15

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Panzerung der Spitzen von Laufschaufeln eines Gasturbinen-  
triebwerkes mittels oxidationsbeständiger, eingebettete Al-Oxid-, Zr-Oxid, Si-  
5 Karbid-, Cr-Oxid oder ähnlich harte Partikel aufweisender Metallschichten,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das die eingelagerten harten Partikel enthal-  
tende Metall als Co- oder Ni-Schicht auf eine Lötfolie aufgebracht wird, die  
entsprechend der Geometrie der zu panzernden Schaufelspitzen als Zuschnitt  
10 zugeschnitten wird und dass mittels einer eine Druckkraft erzeugenden Be-  
wegungsvorrichtung, deren Folienhalter eine aufgerauhte Oberfläche auf-  
weist, der Zuschnitt nach induktiver Erwärmung der Schaufelspitze auf dieser  
unter Flächendruck angeschmolzen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu Zuschnitt-  
15 ten zu verarbeitende Lötfolie durch galvanisches Vernickeln mit der die ein-  
gelagerten harten Partikel enthaltenden Metallschicht versehen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das An-  
schmelzen unter Schutzgas erfolgt.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass in den anzuschmelzenden, der Panzerung der Schaufelspitze  
dienenden Zuschnitt beim Anschmelzen eine gerippte oder genoppte Oberflä-  
chenstruktur eingeprägt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass nach dem Anschmelzen des als Panzerung dienenden Zu-  
schnitts überschüssiges Lot und Beschichtung mechanisch entfernt werden.
- 30 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 4,  
**gekennzeichnet durch** einen Folienhalter (17) mit aufgerauhter Oberfläche  
zur Aufnahme eines metallischen, abrasive Eigenschaften aufweisenden Zu-  
schnitts (16) und durch einen, eine Laufschaufel als Teil eines Rotors eines  
Gasturbinentriebwerkes aufnehmenden Laufschaufelhalter (18) mit Mitteln

zum induktiven Aufheizen der eingespannten Leitschaufelspitze, wobei die Vorrichtung derart ausgeführt ist, dass zwischen Folienhalter (17) und Schaufelhalter (18) eine vorbestimmbare Druckkraft aufbringbar ist.





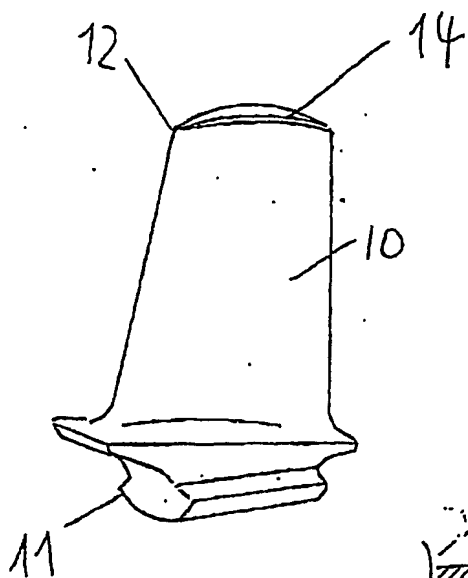


Figure 1

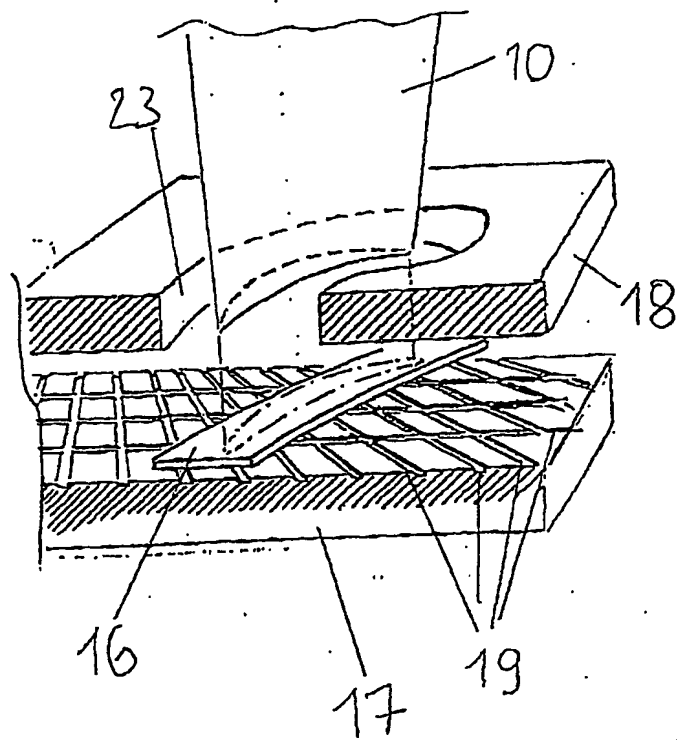


Figure 2

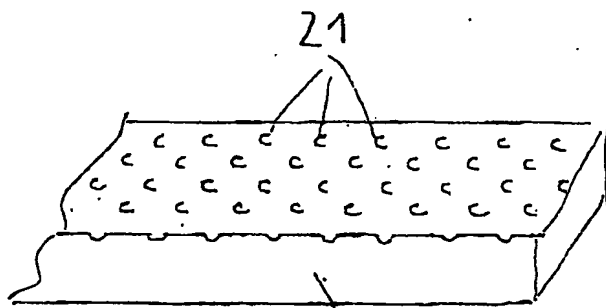


Figure 3 20

## Zusammenfassung

Verfahren zur Panzerung der Schaufelspitzen (12) von Verdichterschaufeln (10) eines Gasturbinentriebwerkes unter Verwendung eines Zuschnitts (16), der aus einer, mit einer eingebetteten harten Partikel aufweisenden Metallschicht versehenen Lötfolie besteht und der der Geometrie der zu panzernden Schaufelspitze angepasst ist, welcher Zuschnitt (16) unter Anwendung von Druck auf die Schaufelspitze aufgeschmolzen wird und dabei eine gerippte oder genoppte Struktur in seine Oberfläche eingeprägt erhält (Fig. 2).

10

15

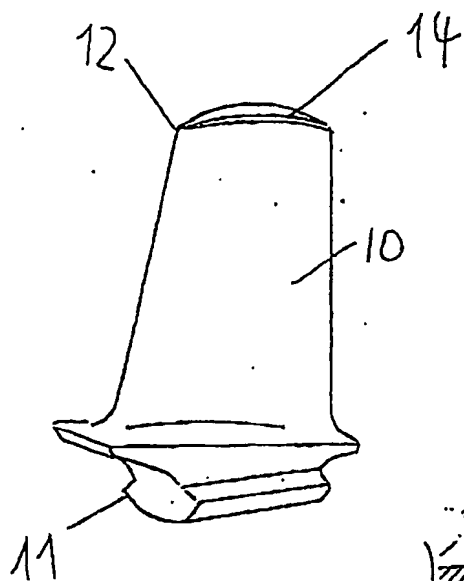


Figure 1

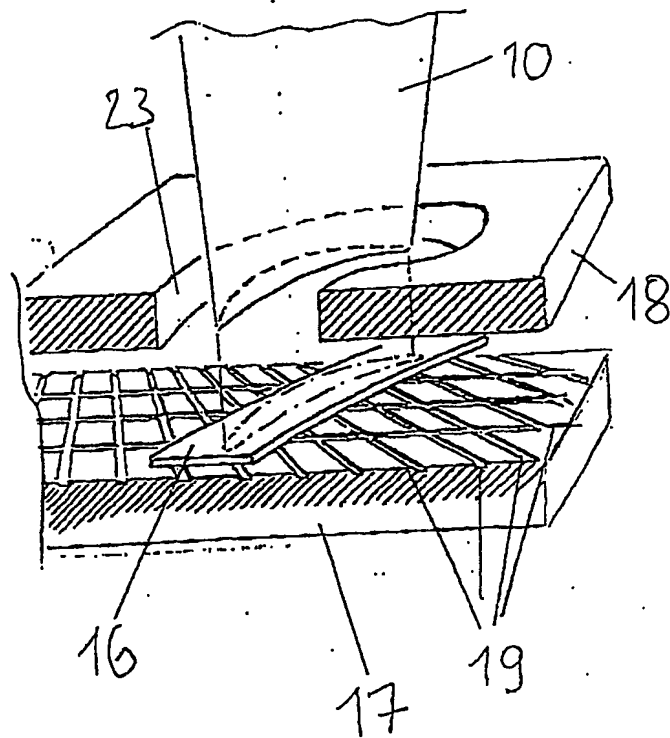


Figure 2

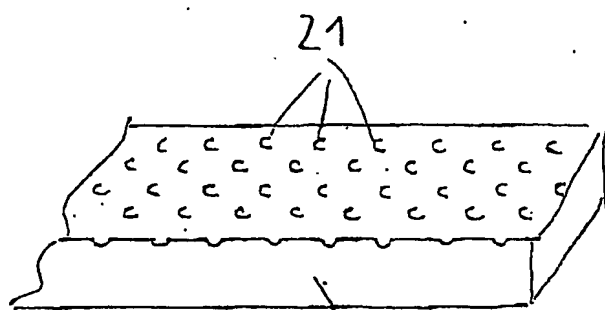


Figure 3